

TRABAJO DE GRADO

Impacto Ambiental y General de los Biocombustibles

BEATRIZ ELENA QUINTERO OCAMPO

300468

**Faculta de Ingeniería – Programa de Ingeniería Ambiental
Universidad Libre
Seccional Pereira
2009**

TRABAJO DE GRADO

Impacto Ambiental y General de los Biocombustibles

BEATRIZ ELENA QUINTERO OCAMPO

300468

Presentado a: Director Adán Silvestre G

**Faculta de Ingeniería – Programa de Ingeniería Ambiental
Universidad Libre
Seccional Pereira
2009**

TABLA CONTENIDO

LISTA ESPECIAL.....	5
RESUMEN.....	7
INTRODUCCION.....	8
LOS BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA.....	10
1.1 PERSPECTIVAS Y PROYECCIONES.....	10
1.2 PROYECTOS ACTUALES Y EN CONSTRUCCIÓN.....	11
1.3 CULTIVOS VEGETALES UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA.....	13
2. IMPACTO AMBIENTAL DE LOS BIOCOMBUSTIBLES.....	15
2.1 QUE ES IMPACTO AMBIENTAL.....	15
2.2 IMPACTO AMBIENTAL DE LOS BIOCOMBUSTIBLES EN LOS RECURSOS: EN EL SUELO, EN EL AGUA Y EN EL AIRE.....	16
2.3 DETERMINACIÓN DEL IMPACTO CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES EN LOS RECURSOS.....	27
2.4 MEDIDAS DE CONTROL, SEGUIMIENTO Y MITIGACIÓN EN LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LOS BIOCOMBUSTIBLES.....	31
3. PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA.....	36
3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS CULTIVOS UTILIZADOS PARA LA EXTRACCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES: CAÑA DE AZÚCAR, PALMA AFRICANA, YUCA Y MAÍZ.....	36
3.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS CULTIVOS DE CAÑA EN EL INGENIO RISARALDA.....	42

3.3	<i>AFECTACIÓN DE LOS CULTIVOS DE CAÑA POR SER SUSTITUIDOS PARA LA ELABORACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES.....</i>	44
4.	USO DE BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA.....	47
4.1	<i>SE INCREMENTARA EL PRECIO ACTUAL DEL AZÚCAR POR LA SUSTITUCIÓN DE SUS CULTIVOS PARA LA EXTRACCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES.....</i>	47
4.2	<i>SITUACIÓN ACTUAL DE LAS EXPORTACIONES DE AZÚCAR EN EL PAÍS.....</i>	49
4.3	<i>EL PRECIO DE LA GASOLINA SE INCREMENTARA DEBIDO AL USO DE LA MEZCLA ETANOL-GASOLINA.....</i>	51
4.4	<i>PRECIO DE LA GASOLINA, Y DEL ETANOL EN EL AÑO 2009.....</i>	54
4.5	<i>QUE ASPECTOS TÉCNICOS SE DEBEN TENER EN CUENTA EN LOS MOTORES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS BIOCOMBUSTIBLES.....</i>	58
4.6	<i>MEZCLA E12 Y E20, ASPECTOS TECNICOS EN LOS MOTORES.....</i>	60
5.	CONCLUSIONES.....	62
6.	BIBLIOGRAFIA.....	66

LISTA ESPECIAL

<i>Tabla 1. Proyectos de biocombustibles en Colombia.....</i>	11
<i>Tabla 2. Proyectos de biocombustibles y fecha de entrada de funcionamiento.....</i>	12
<i>Tabla 3. Biocombustibles – rendimiento de distintos cultivos.....</i>	13
<i>Tabla 4. Proyección área de cultivos y producción.....</i>	14
<i>Tabla 5. Proyección de área de palma destinada a producción de biodiesel (diferentes mezclas).....</i>	14
<i>Tabla 6. Lista de chequeo para determinar el alcance del estudio de Impacto Ambiental.....</i>	17
<i>Tabla7. Producción Ingenio Risaralda 2008.....</i>	40
<i>Tabla 8. Producción caña molida, azúcar y alcohol 2008.....</i>	46
<i>Tabla 9. Precios del azúcar 2008.....</i>	48
<i>Tabla 10. Ventas y exportaciones 2008.....</i>	50
<i>Tabla 11. Precios alcohol carburante 2008.....</i>	51
<i>Tabla 12. Precios gasolina y ACPM febrero 2009.....</i>	53
 <i>Matriz 1: identificación y valoración de impactos ambientales - fase de siembra de cultivos.....</i>	 27
<i>Matriz 2: atributos de los impactos ambientales - fase de siembra de cultivos.....</i>	28
<i>Matriz 3: identificación y valoración de impactos ambientales - fase operación.....</i>	29

Matriz 4: atributos de los impactos ambientales - fase operación..... 30

Matriz 5: medidas de mitigación incorporadas al proyecto..... 31

Matriz 6: medidas de mitigación y control incorporadas al proyecto..... 33

RESUMEN

En este trabajo de grado se presenta la situación actual de los biocombustibles en Colombia, los proyectos vigentes y en construcción y las proyecciones hacia el año 2020 en cuanto a producción y mezcla.

También se analizan los posibles impactos ambientales y generales generados por esta actividad agroindustrial, su incidencia en el medio ambiente y que medidas se pueden emplear para el control y la mitigación de los impactos negativos generados en el proceso de producción de biocombustibles.

Asimismo se estudian las características principales de la materia prima utilizada en los cultivos para la elaboración y producción y la situación del Ingenio Risaralda en el proceso de obtención de biocombustibles.

Además de analizar la fuerte incidencia de los biocombustibles en la economía nacional, la variación de los precios de la materia prima como el azúcar y su precio actual en el mercado.

Los biocombustibles son una energía renovable, que puede favorecer al mejoramiento de la situación medio ambiental y la condición económica y social actual, a la que el país no es ajeno.

INTRODUCCION

Los biocombustibles son combustibles de origen biológico y renovable que pueden sustituir parte del consumo de combustibles fósiles.

Cuando se comenzó con el desarrollo de esta nueva tecnología los biocombustibles surgían como una solución práctica a la dependencia de los carburantes fósiles y al exceso de emisiones de CO₂, [1].

Recientemente ha surgido un gran interés por los biocombustibles, debido a que gobiernos pretenden disminuir su dependencia de los combustibles fósiles y así lograr mayor seguridad energética. Además, se mencionan diversas ventajas de los biocombustibles con respecto a otras energías, como la menor contaminación ambiental, la sustentabilidad de los mismos y las oportunidades para sectores rurales.

De acuerdo con un estudio del Fondo de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), los países de Latinoamérica que poseen mayor potencial para producir biocombustibles son Brasil, Argentina, Perú, Colombia, Bolivia, Paraguay y Uruguay. Dentro de los mismos, los que tienen mayores condiciones para desarrollar etanol son Brasil, Argentina, Bolivia, Colombia, Paraguay y Uruguay. Con respecto al biodiesel, Brasil, Argentina, Perú, Colombia y Bolivia son los países con mayor potencial por sus cultivos de soja o palma aceitera. [2]

Es por esto que en Colombia se estableció una estrategia nacional de biocombustibles, que busca expandir los cultivos con destino a la producción de biocombustibles y diversificar la canasta energética, dentro de un marco de producción eficiente y sostenible económica, social y ambientalmente. [3]

Esta por hecho que el sector de biocombustibles está creciendo aceleradamente. Por tratarse las cuestiones energéticas y alimentarias de suma importancia para la población mundial. El desarrollo de los biocombustibles deben encaminarse en hacer esfuerzos para desarrollar estructuras eco tecnologías sostenibles que generen impactos ambientales y generales favorables, por esto es necesario prestar gran atención a la rápida expansión del sector de biocombustibles, teniendo en cuenta no solo los beneficios, sino también las posibles consecuencias negativas de la expansión del sector. [2]

1. LOS BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA

1.1 PERSPECTIVAS Y PROYECCIONES.

La estrategia nacional de biocombustibles, que busca expandir los cultivos con destino a la producción de biocombustibles y diversificar la canasta energética, dentro de un marco de producción eficiente y sostenible económica, social y ambientalmente, es de interés nacional. [4]

Actualmente Colombia produce 1,1 millón de litros diarios de etanol a partir de caña, cubriendo cerca del 70% de la demanda nacional.

Cumpliendo con lo dispuesto en la Ley 693 de 2001, el país empezó a implementar esta iniciativa en la región suroccidental, donde el 28 de octubre de 2005 se inauguró la primera planta productora de alcohol carburante. [5]

Así mismo, desde el mes de julio de 2007 entró en funcionamiento la planta de biodiesel en Codazzi, Cesar, de capacidad de 170.000 l/día y el pasado 25 de abril de 2008 se inauguró la planta de Odin Energy en Santa Marta, ambas a partir de aceite de palma. Además, en 2008 entraron en producción otras tres plantas de biodiesel a partir de palma africana, con lo cual Colombia paso a producir más de 900 mil litros diarios de biodiesel, convirtiéndose en el primer productor de biodiesel y en el segundo productor de etanol de Latinoamérica.[4]

1.2 PROYECTOS ACTUALES Y EN CONSTRUCCIÓN

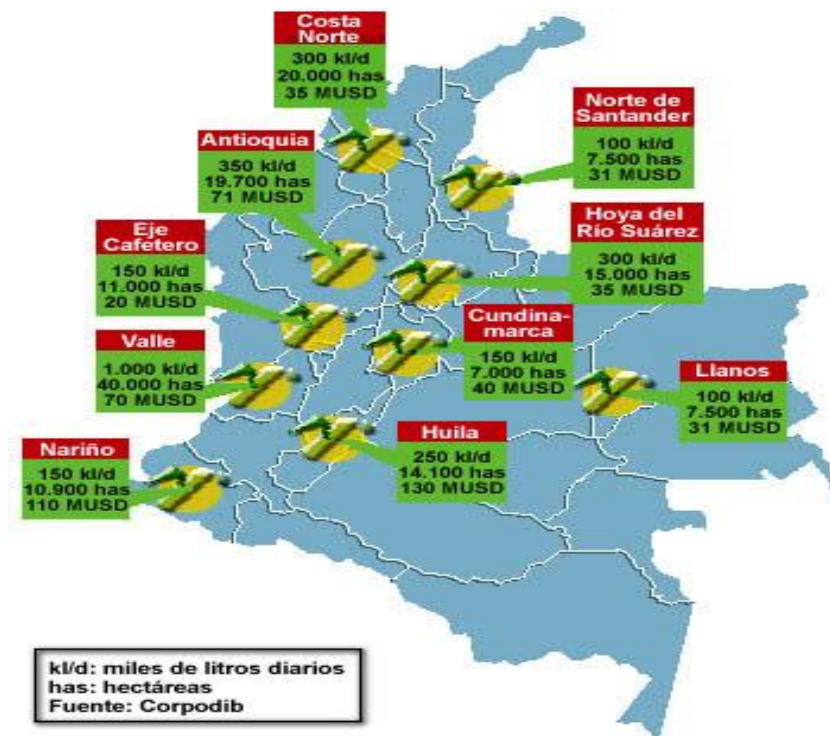


Tabla 1. Proyectos de etanol en Colombia

Proyecto	Ubicación	Capacidad lts/día
Incauca	Miranda, Cauca	300.000
Providencia	Palmira, Valle	250.000
Manuelita	Palmira, Valle	250.000
Mayagüez	Candelaria, Valle	150.000
Risaralda	La Virginia, Risaralda	100.000
Total		1.050.000

Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

Tabla 2. Proyectos de biodiesel y fecha de entrada de funcionamiento

Proyecto	Ubicación	Capacidad ton/año	Fecha de entrada
Oleoflores	Codazzi, Cesar	50.000	Jul-2007
Odin Energy	Santa Marta, Magdalena	36.000	Abr-2008
Biocombustibles Sostenibles del Caribe	Santa Marta, Magdalena	100.000	Ago-2008
Bio D	Facatativá, Cundinamarca	100.000	Ago-2008
Aceites Manuelita	San Carlos de Guaroa, Meta	100.000	Nov-2008
Ecodiesel	Barrancabermeja, Santander	100.000	Ene-2009
Biocastilla	Castilla La Nueva, Meta	10.000	2009
Biodiesel de Colombia	Tumaco, Nariño	100.000	Por definir
Biocosta	Costa Atlántica	100.000	Por definir
Total		696.000	

Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

1.3 CULTIVOS VEGETALES UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA.

A nivel mundial el alcohol carburante se produce básicamente de caña de azúcar y de maíz, y el biodiesel de aceite de palma y de colza, pero existen amplias posibilidades que otros cultivos agrícolas puedan convertirse en materia prima para biocombustibles, como la remolacha, el maíz, la yuca y la papa. [5]

Tabla 3. Biocombustibles – rendimiento de distintos cultivos

Alcohol		Biodiesel	
Cultivo	Rendimiento (l/ha)	Cultivo	Rendimiento (l/ha)
Caña	8.400	Palma	5.550
Yuca	5.200	Cocotero	4.200
Remolacha	24.000	Aguacate	2.460
Sorgo de dulce	2.200	Higuerilla	1.320
maíz	1.600	Soya	420

Fuente: federación nacional de biocombustibles

- Zonas con potencial para el desarrollo de cultivos para la extracción de biocombustibles.

Se identificaron las zonas con mayor potencial de desarrollo para el establecimiento de cultivos como la caña de azúcar, caña panelera, yuca y palma. Además se han estimado las metas al año 2020 del número de hectáreas cultivadas con estos productos para la producción de biocombustibles. [5]

- **Caña de Azúcar:** Valle del Cauca, Cauca, Caldas y Risaralda.
- **Caña Panelera:** Antioquia, Santander, Boyacá, Tolima, Quindío y Meta.
- **Yuca:** Bolívar, Córdoba, Sucre y Meta.
- **Palma Africana:** Cesar, Magdalena, Uraba, Bolívar, Santander, Norte de Santander, Casanare, Meta, Cundinamarca, Nariño y Choco.

Tabla 4. Proyección área de cultivos y producción

Indicador	2006	2010	2015	2020
Área caña de azúcar (Ha)	37.000	72.000	72.000	72.000
Área caña panelera (Ha)	0	43.000	43.000	43.000
Área yuca (Ha)	3.000	34.000	70.000	100.000
Producción alcohol (l/día)	878.082	2.835.663	3.110.663	3.798.163

Fuente: Apuesta Exportadora Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

Tabla 5. Proyección de área de palma destinada a producción de biodiesel (diferentes mezclas)

Indicador	5% 2008	10% 2010	15% 2015
Aceite destinado a Biodiesel (l/día)	182.797	365.593	731.187
Área de Palma (Ha)	46.871	93.742	187.484

Fuente: Fedepalma 2004

2. IMPACTO AMBIENTAL DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

2.1 QUE ES IMPACTO AMBIENTAL

Se dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales.

El impacto ambiental se determina por medio de una evaluación de impacto ambiental que consiste en el análisis, previo a su ejecución, de las posibles consecuencias de un proyecto sobre la salud ambiental, la integridad de los ecosistemas y la calidad de los servicios ambientales que estos están en condiciones de proporcionar, permitiendo la toma de decisiones sobre la viabilidad ambiental de los mismos.

El estudio del impacto ambiental puede hacerse en varias etapas, en paralelo con las etapas de la intervención que se pretende evaluar. Estas etapas son: [6]

- **Estudio de Impacto Ambiental (EIA):** es un estudio multidisciplinar por lo que tiene que fijarse en como la actividad o proyecto afectará al clima, suelo, agua; conocer la naturaleza que se va a ver afectada: plantas, animales, ecosistemas; los valores culturales o históricos, etc.; analizar la legislación que afecta al proyecto; ver como afectará a las actividades humanas: agricultura, vistas, empleo, calidad de vida, etc.

- **Declaración de Impacto Ambiental (DIA):** la Declaración de Impacto Ambiental la hacen los organismos o autoridades medioambientales a las que corresponde el tema después de analizar el estudio de Impacto Ambiental y las alegaciones, objeciones o comentarios que el público en general o las instituciones consultadas hayan hecho. La base para la DIA es el Estudio técnico. [7]

2.2 IMPACTO AMBIENTAL DE LOS BIOCOMBUSTIBLES EN LOS RECURSOS: SUELO, AGUA Y AIRE.

Para determinar el impacto ambiental causado por la implementación de cultivos de generación de biocombustibles, es necesario utilizar listas de chequeo, las cuales permiten determinar el posible alcance del impacto ambiental generado por una actividad, en este caso, la implementación de cultivos para la generación de biocombustibles.

La lista de chequeo cubre las áreas de problemas ambientales más comunes. Su objetivo es asistirle examinando cuidadosamente todas las áreas importantes y considerando que las mejoras pueden ser planificadas. [8]

Usar la lista de chequeo es un paso hacia la identificación y realización de mejoras para disminuir y controlar los posibles impactos ambientales generados por una actividad o proyecto.

Tabla 6. Lista de chequeo para determinar el alcance del estudio de Impacto Ambiental

Pregunta a considerar	¿Sí, no?	¿Que características del medio ambiente se verán afectadas?	¿Será el efecto probablemente significativo? ¿Por qué?
1. ¿conllevará el proyecto acciones durante la fase de construcción, operación u abandono que causen cambios físicos en la localización?	si	Suelo, agua, cobertura vegetal	si porque se afectaran los recursos naturales en su calidad
1.1. ¿cambios permanentes o temporales en el uso de suelo, cobertura o topografía incluyendo intermedios en la intensidad de uso?	si	Suelo	se podría cambiar las características del suelo
1.2. ¿labores de eliminación de vegetación y/o suelos?	si	Suelo, cobertura vegetal	se podría cambiar las características del suelo y cobertura vegetal
1.3. ¿creación de nuevos usos de suelo?	si	Suelo	por nueva vegetación, cambiar las propiedades del suelo
1.4. ¿labores previas a la construcción como realización de perforaciones y análisis de suelo?	si	Suelo	porque debido a las perforaciones se pueden debilitar las propiedades del suelo
1.5. ¿labores de construcción?	no		
1.6. ¿labores de demolición?	no		
1.7. ¿terrenos ocupados temporalmente para labores de construcción de viviendas para los trabajadores?	no		
1.8. ¿construcción en superficie, incluyendo la realización de desmontes y terraplenes?	no		
1.9. ¿trabajos de minería o tunelado?	no		
1.10. ¿trabajos de restauración?	no		
1.11. ¿dragados?			
1.12. ¿estructuras costeras como	no		

rompeolas o puertos?			
1.13. ¿estructuras submarinas?	no		
1.14. ¿procesos de producción y manufacturación?	si	Suelo	Por la plantación de cultivos se podrán afectar las propiedades del suelo
1.15. ¿instalaciones de almacenamientos de bienes o materiales?	no		
1.16. ¿instalación de viviendas para los trabajadores?	no		
1.17. ¿nuevas carreteras, ferrocarriles o líneas marítimas durante la fase de construcción u operación?	no		
1.18. ¿nuevas carreteras o ferrocarriles, nuevas infraestructuras de transporte marítimo, fluvial o de otro tipo, incluyendo la modificación de trazados y las estaciones, puertos, aeropuertos, etc.?			
1.19. ¿cierre o desviación de rutas de transporte, conllevando cambios en los flujos de tráfico?	no		
1.20. ¿nuevas líneas o desviación de líneas eléctricas, gasoductos u oleoductos?	no		
1.21. ¿captaciones, construcción de embalses o trasvases u otros cambios en la hidrología superficial o subterránea?			
1.22. ¿cruce con ríos?	si	Agua	porque se afectaran las propiedades del recurso, debido a la posible generación de residuos cerca de un cuerpo de agua
1.23. ¿eliminación o trasvase de agua del subsuelo o las masas superficiales?	no		
1.24. ¿cambios en las	si	Agua	porque se afectaran las

masas de agua o superficie terrestre que afecten al drenaje o produzcan filtraciones?			propiedades del recurso, debido a la posible generación de residuos cerca de un cuerpo de agua
1.25. ¿transporte de personas o materiales durante las fases de construcción, operación o abandono?	si	Aire	Los medios de transporte podrían afectar la calidad del aire en las zonas de cultivos
1.26. ¿serán necesarios trabajos a largo plazo de restauración, de abandono o desmantelamiento?	no		
1.27. ¿existirá afluencia de personas en la zona ya sea con carácter permanente o temporal?	si	Suelo, agua, aire	Debido al trabajo permanente de quienes manejarán los cultivos se podrán ver afectados los recursos, por la generación de residuos y por los medios de transporte
1.28. ¿se introducirán especies exóticas?	no		
1.29. ¿existirá una pérdida de especies o de diversidad genética?	si	Suelo, fauna, flora	podrían cambiar las condiciones y propiedades de los recursos que actualmente se encuentran en las zonas que serán utilizadas para las plantaciones
1.30. ¿alguna otra acción?	no		
2. ¿conllevará el proyecto el uso de cualquier recurso natural, especialmente de recursos no renovables o escasos?	si	Suelo, aire, agua	Todos los recursos serán utilizados para las plantaciones lo que podría generar un deterioro de estos
2.1. ¿tierras, especialmente aquellas no urbanizadas o agrícolas?	si	Suelo	afectaran las propiedades naturales del suelo por las grandes extensiones que deberán ser utilizadas para las plantaciones
2.2. ¿agua?	si	Agua	afectaran las propiedades naturales del recurso hídrico debido a su utilización y la posible afectación por residuos
2.3. ¿minerales?	no		
2.4. ¿recursos forestales	si	Suelo, flora	por la sustitución de

y/o madereros?			cultivos se pueden ver afectadas las propiedades del suelo
2.5. ¿energía, incluyendo electricidad y combustibles?	no		
2.6. ¿cualquier otro recurso?	no		
3.1. ¿conllevará el proyecto el uso de sustancias o materiales tóxicos o peligrosos para la salud humana o el medio ambiente (flora, fauna, suministro de agua)?	si	Suelo	abonos, pesticidas para los cultivos que afectaran las condiciones naturales del suelo y podrían generar residuos peligrosos para la afectación de recursos y para la salud humana
3.2. ¿provocará el proyecto cambios en la incidencia de materiales tóxicos o peligrosos para la salud humana o (p. e. insectos)?	no		
3.3. ¿afectará el proyecto al bienestar de la población p. e. cambiando las condiciones de vida?	no		
3.4. ¿existe algún grupo especialmente vulnerable que pueda ser afectado por el proyecto, p. e. hospitales pacientes, ancianos, niños?	no		
4. ¿producirá el proyecto residuos sólidos durante las fases de construcción, operación y abandono?	si	Suelo, agua, aire	La generación de residuos podría afectar los recursos y generar posible contaminación para estos
4.1. ¿residuos mineros?	no		
4.2. ¿residuos municipales (ya sean urbanos y/o comerciales)?	si	Suelo, agua	afectaran las propiedades naturales del suelo y del recurso hídrico por los residuos
4.3. ¿residuos tóxicos o peligrosos (incluyendo los radiactivos)?	no		
4.4. ¿otros residuos industriales?	no		
4.5. ¿productos sobrantes?	no		
4.6. ¿fangos o lodos, procedentes del tratamiento de efluentes?	no		

4.7. ¿residuos procedentes de la construcción o demolición?	no		
4.8. ¿maquinaria o equipamiento abandonado?	no		
4.9. ¿suelos u otro material contaminado?	si	Suelo	afectarán las propiedades naturales del suelo por los cambios de actividad en las plantaciones y por la generación de residuos
4.10. ¿residuos agrícolas?	si	Suelo, agua	afectarán las propiedades naturales del suelo y del recurso hídrico debido a que las plantaciones generar residuos
5. ¿emitirá el proyecto contaminantes peligrosos, tóxicos o nocivos a la atmósfera?	no		
5.1. ¿emisiones de combustión debida a combustibles fósiles ya sean de fuentes fijas o móviles?	si	Aire	Los medios de transporte para los cultivadores y la extracción de biocombustibles generaran emisiones contaminantes al aire
5.2. ¿emisiones debidas a procesos de producción?	si	Aire	La maquinaria encargada de la extracción de los biocombustibles generaran emisiones contaminantes
5.3. ¿emisiones debidas a la manipulación de materiales, incluyendo almacenaje y transporte?	si	Aire	Los medios de transporte para los cultivadores y la extracción de biocombustibles generaran emisiones contaminantes al aire
5.4. ¿emisiones derivadas de actividades constructivas, materiales, incluyendo almacenaje y transporte?	si	Aire	Los medios de transporte para los cultivadores y la extracción de biocombustibles generaran emisiones contaminantes al aire
5.5. ¿polvo u olores debido a la manipulación de materiales, incluyendo materiales de construcción, aguas	no		

residuales y residuos?			
5.6. ¿emisiones procedentes de la incineración de residuos?	no		
5.7. ¿emisiones debidas a la incineración de materiales al aire libre?	no		
6. ¿provocará el proyecto ruidos y vibraciones o emisiones luminosas de calor o de radiación electromagnética?	no		
6.1. ¿debido al funcionamiento de equipos como p. e. motores, sistemas de ventilación, prensas?	no		
6.2. ¿debido a procesos industriales o similares?	no		
6.3. ¿debido a trabajos de construcción o demolición?	no		
6.4. ¿debido a voladuras?	no		
6.5. ¿debido al tráfico, ya sea en la fase de construcción u operación?	no		
6.6. ¿debido a sistemas de calefacción o refrigeración?	no		
6.7. ¿debido a fuentes de radiación electromagnética?	no		
7. ¿conllevará el proyecto riesgo de contaminación sobre el suelo o el agua debido al escape de contaminantes sobre la tierra o las masas de agua superficiales, subterráneas o marinas?	si	Suelo, agua	se afectaran las condiciones naturales del recurso suelo y del recurso hídrico ya que si son posibles escapes de residuos
7.1. ¿debido al manejo, almacenamiento, uso o vertido de materiales tóxicos o peligrosos?	no		
7.2. ¿debido a la emisión de aguas residuales, u otras tierras?	si	Agua, suelo	Por el riego lo cual generara aguas residuales que podrían afectar cuerpos de agua cercanos y debilitar las condiciones del suelo

7.3. ¿debido a la deposición de contaminantes emitido a la atmósfera, al suelo o al agua?	si	Agua, suelo, aire	se afectara la calidad de los recursos y sus propiedades
8. ¿existirá algún riesgo de accidente durante la fase de construcción u operación del proyecto que pueda afectar a la salud humana o medio ambiental?	no		
8.1. ¿de explosión, vertido, incendio, etc., debido al almacenamiento, manejo, uso o producción de sustancias tóxicas o peligrosas?	no		
8.2. ¿debido a circunstancias que superen los límites de protección del medio ambiente normales, p. e. un fallo en los sistemas de control de contaminación?	no		
8.3. ¿puede el proyecto ser afectado por desastres naturales y como consecuencia producir daños medioambientales?	si	Agua, aire, suelo	Es posible que los posibles cambios del clima afecten los cultivos y causen impactos a los recursos
9. ¿provocará el proyecto cambios sociales?	si	Social	El proyecto generara ocupación laboral a las personas de las poblaciones cercanas
9.1. ¿cambios en la población, edad, estructura, grupos sociales, etc.?	no		
9.2. ¿debido al realojamiento de personas o derribo de viviendas o infraestructuras comunitarias, p.e. escuelas, hospitales, centros sociales?	no		
9.3. ¿a través de la inmigración de nuevos residentes o la creación de nuevas comunidades?	no		
9.4. ¿mediante el			

incremento de demanda de servicios como vivienda, educación, salud?	no		
9.5. ¿mediante la creación de puestos de trabajo en la fase de construcción u operación, o causando la pérdida de los mismos con efectos sobre el desempleo y la economía?	si	Social	Se generan empleos a los cuales podrán acceder las poblaciones cercanas
10. ¿existe algún otro aspecto del proyecto que debiera ser considerado por poder provocar impacto ambiental o contribuir a un impacto acumulativo con otras actuaciones existentes o previstas en la zona?	no		
10.1. ¿provocará el proyecto presiones para el desarrollo de otros que pudieran tener impactos significativos sobre el medio ambiente, p. e. más viviendas, nuevas carreteras, nuevas industrias, servicios, etc.?	no		
10.2. ¿provocará el proyecto un uso posterior al mismo que pueda ocasionar impacto?	si	Agua, aire, suelo, social	La extracción de la producción podría generar impactos a los recursos
10.3. ¿sentará el proyecto un precedente para posteriores actuaciones?	si	agua, aire, suelo	El manejo adecuado de los cultivos y de la producción será un buen precedente para proyectos futuros
10.4. ¿provocará el proyecto impactos acumulativos debido a la proximidad a otros proyectos existentes o previstos de similares impactos?	no		

- **Posibles impactos ambientales sobre el recurso Hídrico**

El recurso hídrico podría verse afectado por impactos ambientales tales como:

- El consumo de agua para el cultivo, en el caso de los riegos, supone disminuir los volúmenes de las reservas y los caudales de los cauces de agua dulce, como serían ríos, quebradas o fuentes de abastecimiento cercanas.
- El uso de fertilizantes y pesticidas podría generar infiltraciones a los cuerpos de agua subterráneos y generar contaminación en estos.
- La generación de residuos en las plantaciones, debido a escapes o mal manejo de estos, podrán afectar la calidad del recurso hídrico generando contaminación sobre este.
- En el proceso de producción de los biocombustibles se generaran aguas residuales que sin el adecuado manejo podrán generar altos índices de contaminación para los cuerpos de agua receptores.

- **Posibles impactos ambientales sobre el recurso Suelo**

El recurso Suelo podría verse afectado por impactos ambientales tales como:

- La siembra de cultivos en ciertos terrenos podría cambiar las propiedades del suelo y generar erosión y deterioro sobre el recurso.
- Los monocultivos empobrecen el suelo por la absorción de sales minerales, lo cual debe ser compensado por el uso de fertilizantes y pesticidas, los cuales pueden contaminar el mismo suelo, acuíferos y otros cuerpos de agua cercanos.
- El uso de algunos fertilizantes debido a sus propiedades puede degradar el suelo acidificándolo.

- La quema de la caña de azúcar que se efectúa para eliminar residuos vegetales, malezas y alimañas que interfieren en la cosecha de tallos, pueden deteriorar la micro fauna del suelo debilitando sus propiedades.

- **Posibles impactos ambientales sobre el recurso Aire**

El recurso Aire podría verse afectado por impactos ambientales tales como:

- El uso de biocombustibles reducirá la dependencia de combustibles fósiles, los cuales son causantes de gran parte de las emisiones de gases de efecto invernadero que contribuyen a la contaminación y el deterioro de la atmosfera.
- El transporte de la biomasa; el procesado del combustible y la distribución del biocombustible hasta el consumidor, generaran emisiones de gases contaminantes de efecto invernadero que contribuyen al deterioro de la capa de ozono.

2.3 DETERMINACIÓN DEL IMPACTO CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES EN LOS RECURSOS

MATRIZ 1: IDENTIFICACION Y VALORACION DE IMPACTOS AMBIENTALES - FASE DE SIEMBRA DE CULTIVOS

ACCIONES	MEDIO AMBIENTE NATURAL								MEDIO AMBIENTE SOCIAL			
	RECURSO HÍDRICO SUPERF.	RECURSO HÍDRICO SUBTER.	CALIDAD de AIRE	NIVEL de RUIDOS	MEDIO BIOLÓGICO	PAISAJE	PRESERV. De REC. NAT. LOCALES	SEGURIDAD y SALUD de POBLACIÓN	ECONOMÍA LOCAL	ECONOMÍA REGIONAL	INFRAESTR. de SERVICIOS	TRAMA URBANA
Mov. De maq. y equipos pesados			1	2		2	1	2				
Movimiento de suelos	2		2		1	2	1					
Alteración del drenaje natural	1	2					1					
Alteración de cubierta vegetal					2	1	1					
Cambios en el uso del suelo	1	1		1	1	1	1		1			
Demanda de Mano de Obra Local									2			
Demanda de Bienes y Servicios									2	2		
Señalización				1		1		2			2	3

REFERENCIAS

IMPACTOS POSITIVOS	1	INTENSIDAD BAJA	1	IMPACTOS NEGATIVOS
	2	INTENSIDAD MODERADA	2	
	3	INTENSIDAD ALTA	3	

MATRIZ 2: ATRIBUTOS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES - FASE DE SIEMBRA DE CULTIVOS

ACCIONES	FACTORES AMBIENTALES												
	MEDIO AMBIENTE NATURAL							MEDIO AMBIENTE SOCIAL					
	RECURSO HÍDRICO SUPERF.	RECURSO HÍDRICO SUBTER.	CALIDAD de AIRE	NIVEL de RUIDOS	MEDIO BIOLÓGICO	PAISAJE	PRESERV. De REC. NAT. LOCALES	SEGURIDAD y SALUD de POBLACIÓN	ECONOMÍA LOCAL	ECONOMÍA REGIONAL	INFRAESTR. De SERVICIOS	TRAMA URBANA	PATRIMO- NIO CULTURAL
Mov. De maq. y equipos pesados			RDL	RDL			RYL	RDL					
Movimiento de suelos			RDL		RDL	RDL	RDL	RDL					
Alteración del drenaje natural	RDL						RYL						
Alteración de cubierta vegetal					RDL	RDL	RDL						
Cambios en el uso del suelo	RDL	RYL		RDL		IDL	RDL		RDL				
Demanda de Mano de Obra Local								RDL	RDL				
Demanda de Bienes y Servicios									RDL	RDR			
señalización				1RDL		RDL		2			RYL	RYL	

REFERENCIAS Reversibilidad = R: reversible I: irreversible / Efecto = D: directo Y: indirecto / Extensión =
L: local r: regional

MATRIZ 3: IDENTIFICACIÓN y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES - FASE OPERACIÓN

ACCIONES	FACTORES AMBIENTALES												
	MEDIO AMBIENTE NATURAL									MEDIO AMBIENTE SOCIAL			
	RECURSO HÍDRICO SUPERF.	RECURSO HÍDRICO SUBTER.			NIVEL de RUIDOS	MEDIO BIOLÓGICO	PAISAJE	PRESERV. De REC. NAT. LOCALES	AREAS SENSIBLES	SEGURIDAD y SALUD de POBLACIÓN	ECONOMÍA LOCAL	ECONOMÍA REGIONAL	INFRAESTR. de SERVICIOS
			CALIDAD de AIRE	CALIDAD DE SUELOS									
Forestación / Parquización	1		1			2	3	1					
Control de erosión	1			2			1		2				
Manejo de aguas superficiales	3	1						2					1
Explot. agua subt.(sanitarios/riego)	3	1						2	1				
Riesgos de contaminación	2	2		2				2	2				
Demanda de mano de obra local											2	1	
Demanda de bienes y servicios											2	1	
recubrimiento tierra vegetal				1			1						
Revalorización de la zona											1	1	1

REFERENCIAS

IMPACTOS POSITIVOS	1	INTENSIDAD BAJA	1	IMPACTOS NEGATIVOS
	2	INTENSIDAD MODERADA	2	
	3	INTENSIDAD ALTA	3	

MATRIZ 4: ATRIBUTOS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES - FASE OPERACIÓN

ACCIONES	FACTORES AMBIENTALES												
	MEDIO AMBIENTE NATURAL									MEDIO AMBIENTE SOCIAL			
	RECURSO HÍDRICO SUPERF.	RECURSO HÍDRICO SUBTER.	CALIDAD DEL AIRE	CALIDAD DE SUELOS	NIVEL de RUIDOS	MEDIO BIOLÓGICO	PAISAJE	PRESERV. de REC. NAT. LOCALES	AREAS SENSIBLES	SEGURIDAD y SALUD de POBLACIÓN	ECONOMÍA LOCAL	ECONOMÍA REGIONAL	INFRAESTR. de SERVICIOS
Forestación/ Parquiza	1					RDL	RDL	RYL					
Control de erosión	RYL		RDL				RYL			RYL			
Manejo de aguas superficiales	RYL	RYL						RDL					RYL
Explot. agua subt.(sanitarios/riego)		RDL						RDL		RYL			
Riesgos de contaminación	IDL	IDL	RYL		RDL	RDL		RDL		RYL			
Demanda de mano de obra local											RDL	RDr	
Demanda de bienes y servicios											RDL	RDr	
Recubrimiento tierra vegetal			RDL				RDL						
Revalorización de la zona											RDL	RYr	RDL

REFERENCIAS Reversibilidad = R: reversible I: irreversible / Efecto = D: directo Y: indirecto / Extensión =
L: local r: regionala

2.4 MEDIDAS DE CONTROL, SEGUIMIENTO Y MITIGACIÓN EN LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LOS BIOCOMBUSTIBLES

MATRIZ 5: MEDIDAS DE MITIGACIÓN INCORPORADAS AL PROYECTO

MEDIDAS DE CONTROL Y MITIGACION	FACTORES AMBIENTALES												
	MEDIO AMBIENTE NATURAL								MEDIO AMBIENTE SOCIAL				
	RECURSO HÍDRICO SUPERF.	RECURSO HÍDRICO SUBTER.			NIVEL de RUIDOS	MEDIO BIOLÓGICO	PAISAJE	PRESERV. de REC. NAT. LOCALES	AREAS SENSIBLES	SEGURIDAD y SALUD de POBLACIÓN	ECONOMÍA LOCAL	ECONOMÍA REGIONAL	INFRAESTR. de SERVICIOS
			CALIDAD de AIRE	CALIDAD DE SUELOS									
GENERACIÓN DE RUIDOS Equipos y maquinarias en perfecto estado de conservación – Uso de silenciadores													

AUMENTO RIESGO DE ACCIDENTES w Contratación de personal calificado w Utilización de procedimientos establecidos w Utilización equipos de protección personal w Equipos con alerta sonora de retroceso, etc. w Señalización adecuada de sectores de obras												
PAISAJE w Componentes del Proyecto integrados al paisaje												

• **REFERENCIA**

CONTINUA.	Interrelación Medida de Mitigación vs. Factor Ambiental involucrado
-----------	---------------------------------------------------------------------

MATRIZ 6: MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL INCORPORADAS AL PROYECTO

CONTINUACIÓN

FACTORES AMBIENTALES													
MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL	MEDIO AMBIENTE NATURAL								MEDIO AMBIENTE SOCIAL				
	RECURSO HÍDRICO SUPERF.	RECURSO HÍDRICO SUBTER.			CONTROL DE RUIDOS	MEDIO BIOLOGICO	PAISAJE	PRESERV. De REC. NAT. LOCALES	AREAS SENSIBLES	SEGURIDAD y SALUD de POBLACIÓN	ECONOMÍA LOCAL	ECONOMÍA REGIONAL	INFRAESTR. de SERVICIOS
			CALIDAD										
			de AIRE	CALIDAD DE SUELOS									
PRESERVACIÓN de REC. NATURALES													
Abastecimiento de agua (para sanitarios y riego) a través de obras de captación diseñadas y ejecutadas adecuadamente.													

recuperación de suelos erosionados por fertilizantes y pesticidas												
control de contaminación del suelo por pesticidas												
Eficiente manejo de aguas superficiales.												
cultivos adecuadamente fertilizados, controlando la erosión y la acidificación del suelo												
GESTION AMBIENTAL												
Desarrollo de obras con pautas de preservación de recursos y gestión ambiental.												
Aplicación de un Programa de Monitoreo Ambiental												

• *REFERENCIA*

CONTINUA.	Interrelación Medida de Mitigación vs. Factor Ambiental involucrado

- **Medidas de Control y Mitigación aplicadas al proyecto de siembra de cultivos de biocombustibles.**

1. Generación de Ruidos.

- Utilizar Equipos y maquinarias en perfecto estado de conservación para evitar la generación de ruidos debido a la falta de mantenimiento o daños de estas.
- En lo posible el uso de silenciadores en los equipos y maquinarias que por la alta emanación de ruidos podrían generar un impacto al medio.

2. Aumento Riesgo de Accidentes

- Contratación del personal calificado para ejecutar el proyecto.
- La debida utilización de los procesos establecidos para evitar accidentes.
- El uso de equipos de protección personal y el uso de equipos de alerta sonora en caso de emergencia.
- El uso adecuado de la señalización en sectores de ejecución del proyecto.

3. Preservación Recursos Naturales

- Abastecimiento de agua para riego a través de obras de captación diseñadas y ejecutadas adecuadamente.
- Recuperación y mantenimiento adecuado de suelos erosionados y acidificados por uso de pesticidas y fertilizantes.
- Eficiente manejo de cuerpos de agua superficial.

4. Gestión Ambiental

- Desarrollo de cultivos con pautas de preservación de recursos y gestión ambiental.
- Elaboración y aplicación de un Programa de Monitoreo Ambiental.

3. PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA.

3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS CULTIVOS UTILIZADOS PARA LA EXTRACCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES: CAÑA DE AZÚCAR, PALMA AFRICANA Y YUCA

- **Proceso producción de etanol**

El bioetanol se produce por la fermentación de los azúcares contenidos en la materia orgánica de las plantas. En este proceso se obtiene el alcohol hidratado, con un contenido aproximado del 5% de agua, que tras ser deshidratado se puede utilizar como combustible.

El bioetanol mezclado con la gasolina produce un biocombustible de alto poder energético con características muy similares a la gasolina pero con una importante reducción de las emisiones contaminantes en los motores tradicionales de combustión.

Principalmente se utilizan tres familias de productos para la obtención del alcohol:

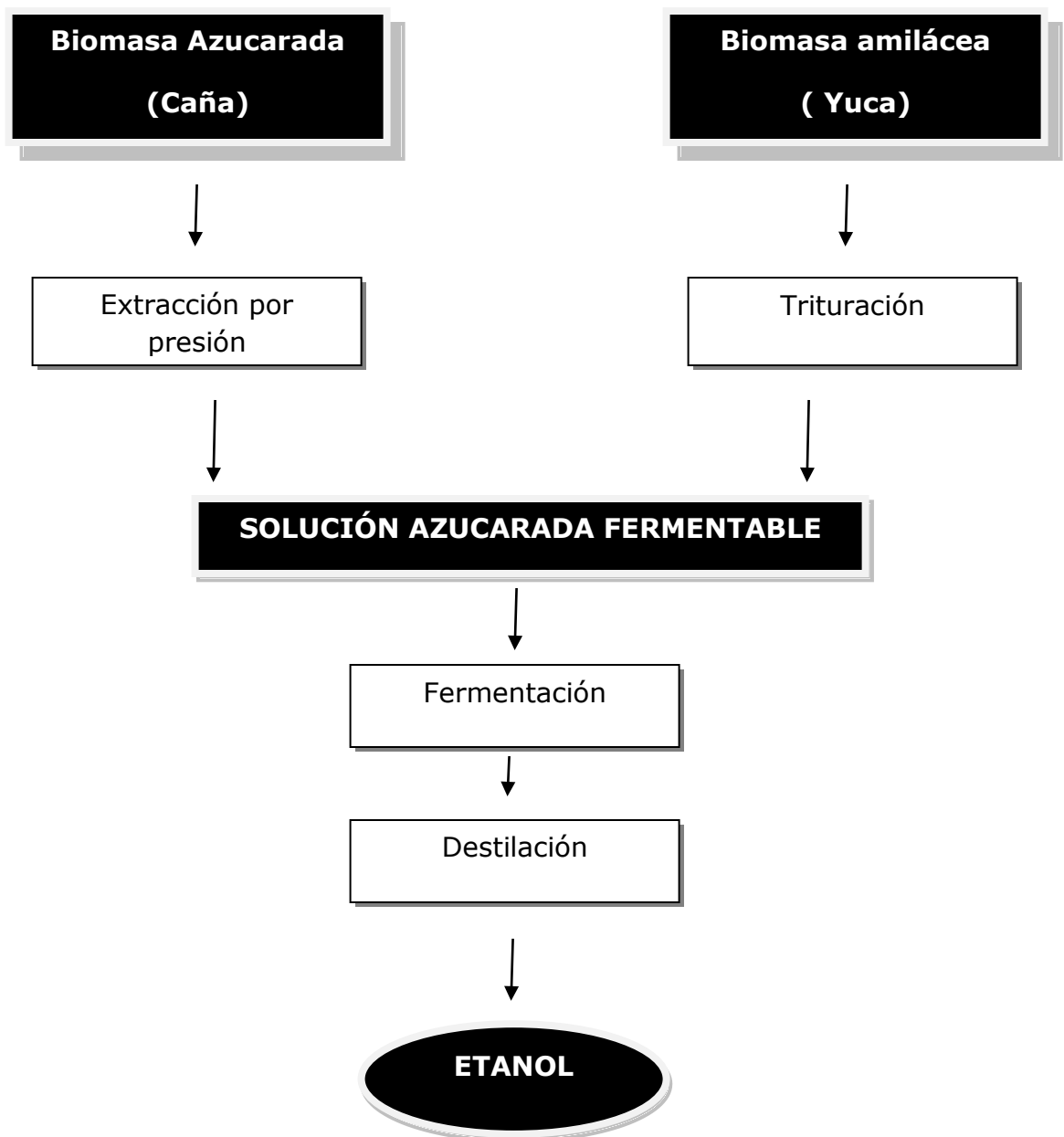
- Azúcares, procedentes de la caña o la remolacha, por ejemplo.
- Cereales, mediante la fermentación de los azúcares del almidón.
- Biomasa, por la fermentación de los azúcares contenidos en la celulosa y hemicelulosa. [9]

- **fases en el proceso de obtención del bioetanol**

Fermentación: La fermentación alcohólica es un proceso anaeróbico realizado por las levaduras, básicamente. De la fermentación alcohólica se obtienen un gran número de productos, entre ellos el alcohol.

Destilación o Deshidratación: La destilación es la operación de separar, mediante calor, los diferentes componentes líquidos de una mezcla (etanol/agua). Una forma de destilación, conocida desde la antigüedad, es la obtención de alcohol aplicando calor a una mezcla fermentada. [9]

Grafica 1: Proceso de obtención de bioetanol.



- **Proceso de producción de biodiesel**

Es un producto energético, ecológico y de alto rendimiento. Esta constituido por esteres metílicos. Estos han sido obtenidos por la transesterificación de los ácidos grasos de los aceites vegetales, nuevos o usados, así como también de grasas animales en un proceso de bajo costo productivo.

El término Biodiesel no tiene una definición estricta, sino que se trata de aceites vegetales, grasas animales y sus esteres metílicos para ser utilizados como combustibles.

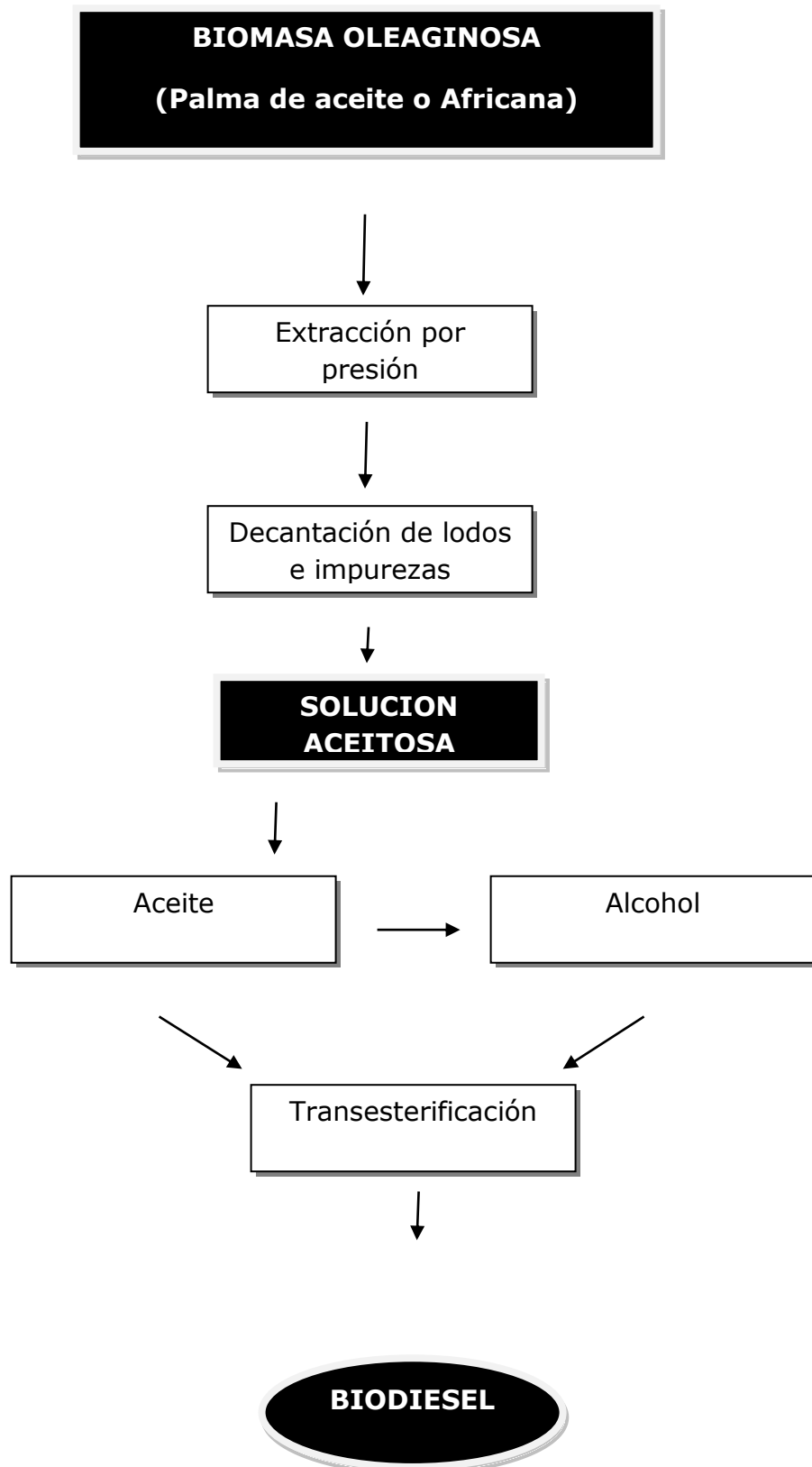
Decantación: es el proceso de separación de dos sustancias (líquido-líquido o líquido-sólido) con distintas densidades. Al dejarlas en reposo, la sustancia de densidad más alta caerá al fondo del "deposito de decantación" permitiendo obtener un líquido "limpio". [10]

Transesterificación: es el proceso de intercambiar el grupo alcoxi de un ester por otro alcohol, la transesterificación es crucial para producir biodiesel a partir de aceite vegetal.

El aceite es inicialmente calentado a la temperatura de proceso óptima, y son agregados cantidades necesarias de metanol y catalizador.

Los procesos de transesterificación pueden adaptarse para usar una gran variedad de aceites, pudiendo ser procesados además, aceites brutos muy ácidos. [11]

Grafica 2: Proceso de obtención de bioetanol.



- **Palma Africana**

La palma de aceite o palma africana es una de las oleaginosas¹ comerciales más producidas del planeta, de ella se extraen entre seis y diez veces más aceite que de otras oleaginosas como soya, colza y girasol.

Una de las materias primas para producir biodiesel en Colombia es la palma africana, no solo por su rendimiento en los procesos de producción sino también por su mayor eficiencia energética (unidad de energía producida/unidad de energía utilizada).

Colombia es el quinto productor de aceite de palma en el mundo y el primero en América Latina. Participa con el 85% del total de la producción local de aceites vegetales y grasas animales.

El biodiesel de palma comenzó a implementarse en los vehículos en enero del 2008 en la costa Atlántica y en el segundo semestre de ese mismo año comenzó a ser utilizado en el resto del país. El programa de biodiesel en Colombia inicio con una mezcla B5, es decir 95% de diesel (conocido como ACPM) Y 5% biodiesel de palma. [10]

¹ Es oleaginoso el fruto o la planta que contiene aceite y que lo da por medio de la presión. Es aceitoso lo que está cubierto o untado con aceite.

- **La caña de azúcar**

Es una gramínea tropical, un pasto gigante emparentado con el sorgo y el maíz en cuyo tallo se forma y acumula un jugo rico en sacarosa, compuesto que al ser extraído y cristalizado en el ingenio forma el azúcar. [10]

La caña de azúcar, en sus diferentes variedades es el cultivo que ofrece una mayor cantidad de materia prima para obtener bioetanol.

El bioetanol es elaborado a través de la fermentación de productos con alto contenido de carbohidratos como melazas azucareras, La gran cantidad de azúcar que contiene la caña hace que el proceso de fermentación empiece prácticamente al cortarla. El cultivo de caña de azúcar puede producir entre 5.700 y 7.500 litros por hectárea.

En Colombia se encuentran en operación cinco destilerías con capacidades de producción entre los 150.000 - 300.000 litros/día de bioetanol a partir de caña de azúcar que cubre el 70% del territorio nacional, Teniendo en cuenta que se adiciona un 10% de etanol a la gasolina, el promedio de consumo actual de etanol en el país es del 7%. [11]

- **Yuca**

La yuca es un alto productor de almidón con niveles que oscilan entre 73,7 y 84,9% de su peso seco total en raíces (FAO, 2007). El almidón de yuca puede utilizarse en una gama amplia de industrias. Además, es empleado en la producción de biocombustibles.

La yuca también es utilizada en alimentación animal y como materia prima para el procesamiento industrial de productos basados en almidón. Recientemente y como consecuencia del aumento en el precio del petróleo crudo, el cultivo de yuca ha cobrado un fuerte interés por su potencial para producir bioetanol.

El potencial de la yuca como materia prima para la producción de bioetanol ha sido estudiado previamente. Se estima que con una productividad de 30 Ton de raíz/ha, es posible producir 5,000 litros de etanol. Con variedades seleccionadas, buen manejo del cultivo y en regiones con climas adecuados para la producción de yuca se pueden obtener rendimientos de 140 a 170 litros de etanol por tonelada de raíces frescas de yuca.

En Colombia, con el apoyo financiero del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), se han producido avances importantes en los últimos años en el desarrollo de variedades de yuca con alto potencial de rendimiento y la implementación de programas de validación agronómica de estas variedades en diferentes ecosistemas y en producción de material de siembra de las variedades seleccionadas. [12]

3.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS CULTIVOS DE CAÑA EN EL INGENIO RISARALDA

El ingenio Risaralda se encuentra localizado a 2 kilómetros de la localidad de La Virginia, en jurisdicción del municipio de Balboa, departamento de Risaralda en Colombia. Las zonas agrícolas del INGENIO RISARALDA comprenden una superficie de 13.688 hectáreas netas, adecuadas y sembradas con caña de azúcar, localizadas en los departamentos de Caldas, Risaralda y Valle del Cauca y específicamente en los valles geográficos de los ríos Cauca y Risaralda. EL INGENIO RISARALDA ha ejercido una marcada influencia socioeconómica en los municipios de Anserma Nuevo, Balboa, Cartago, La Virginia, Pereira, Santuario y Viterbo. [13]

Tabla7. Producción Ingenio Risaralda 2008

Campo	
Área cultivada	11,218.460 hectáreas
Rendimiento real toneladas	11.658

Producción	
Tonelada hectárea mes	9.314
Toneladas caña por hectáreas	112.342
Azúcar hectárea mes	1,086
Tonelada azúcar por hectárea	13.096

Cosecha	
Caña cortada	1,260,305.150 Toneladas

Fábrica	
Caña molida	1,260,305.15 Toneladas
Producción de azúcar	2,953,349.579 Quintales
Numero de días hábiles	287.64 Días
Molienda por Día hábil	4,381.52 Toneladas Ton/día

Fuente: datos de producción Ingenio Risaralda

3.3 AFECTACIÓN DE LOS CULTIVOS DE CAÑA POR SER SUSTITUIDOS PARA LA ELABORACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES

La reducción de la producción de caña en un área cosechada más alta representó una disminución de 6% de la productividad en campo, la cual pasó de 120 toneladas de caña por hectárea en 2006 a 113 en 2007, el mayor descenso anual de la presente década.

El indicador global de productividad, que mide la producción final por unidad de área cosechada de caña, registró una caída de 3,6%, al pasar de 13,2 toneladas de azúcar por hectárea cosechada en 2006, a 12,8 en 2007. Las causas de la reducción en la productividad fueron originadas en factores climáticos entre otros.

Entre enero y marzo de 2008 el invierno continuó la tendencia de 2007; además de afectar la productividad, la magnitud de las lluvias ocasionó daños de alta intensidad en el 5% del área sembrada en caña y de menor intensidad en el 15% del área.

La producción de etanol fue uno de los factores que también afectó la productividad de los ingenios en el país. [14]

- **Producción de azúcar y etanol**

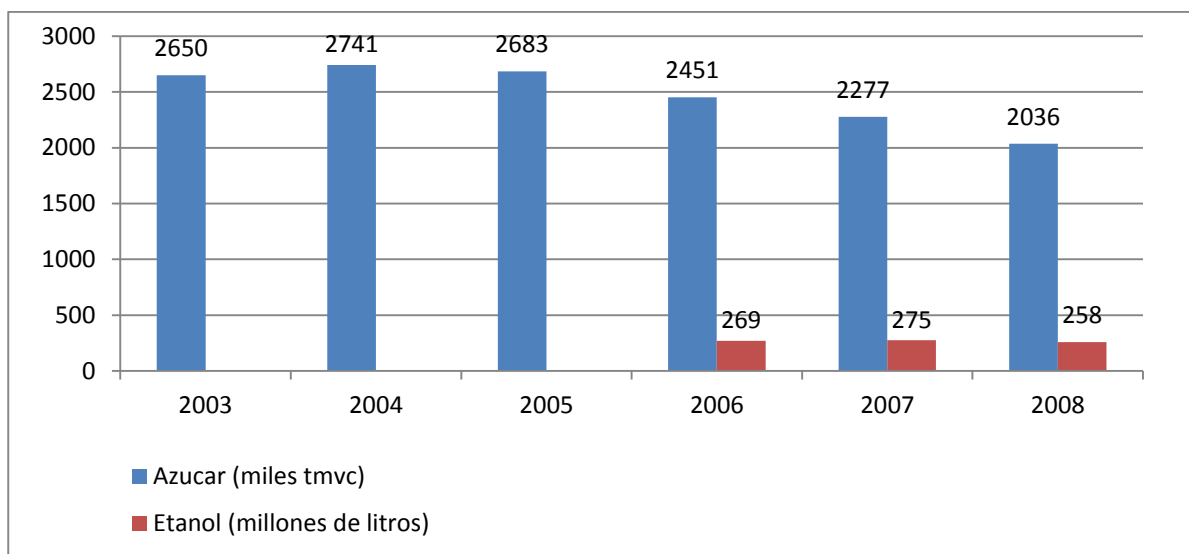
La mayor destinación de los ingenios a etanol hizo que la producción de azúcar fuera de 2,28 millones de tmvc (Toneladas Métricas en su equivalente a Volumen de azúcar Crudo) en el año 2007, que equivale a 5,7% menos que en 2006, cuando se produjeron 2,42 millones de tmvc, como consecuencia de la reducción de la caña molida por factores climáticos, y en menor medida por el leve aumento de la producción de etanol.

La producción de etanol en 2007 fue de 275 millones de litros, registrando un aumento de 2,3% frente a 2006 esto debido a los mayores requerimientos de las nuevas regiones que entraron al programa de oxigenación de gasolina. Esto significó una mayor rentabilidad para los ingenios, si se compara la venta de etanol con la exportación de azúcar. A pesar de la caída en el volumen de caña molida en el mismo período, el sector mantuvo su compromiso sobre la producción de etanol, con el fin de sostener una oferta interna adecuada a la demanda del país. [14]

Así en el 2008, la producción azucarera del país, entre enero y diciembre, descendió en 10,6 por ciento, al totalizar 2,036 millones de toneladas de azúcar crudo, frente a las 2,277 millones reportadas en el 2007.

En cuanto a la fabricación de etanol, ésta también se redujo 6,1 por ciento y totalizó 258 millones de litros, frente a los 275 millones del 2007.

Grafica 3: producción de azúcar y etanol en los ingenios de Colombia



Fuente: Asocaña

Tabla 8. Producción caña molida, azúcar y alcohol 2008

PRODUCCION			
Meses	Caña Molida	Azúcares	Alcohol
	Toneladas	tmvc	miles de litros
Enero	1.696.184	172.996	22.408
Febrero	1.719.496	177.024	25.578
Marzo	1.940.330	209.757	27.037
Abril	1.482.416	155.857	23.110
Mayo	1.342.273	132.718	23.497
Junio	1.680.568	168.427	24.750
Julio	1.996.617	211.632	26.773
Agosto	2.090.279	228.177	25.144
Septiembre	1.300.317	147.718	16.064
Octubre	677.440	81.425	1.825
Noviembre	1.393.310	146.312	16.408
Diciembre	1.857.897	204.083	25.494
TOTAL	19.177.128	2.036.126	258.086

Fuente: Asocaña

4. USO DE BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA.

4.1 SE INCREMENTARA EL PRECIO ACTUAL DEL AZÚCAR POR LA SUSTITUCIÓN DE SUS CULTIVOS PARA LA EXTRACCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES

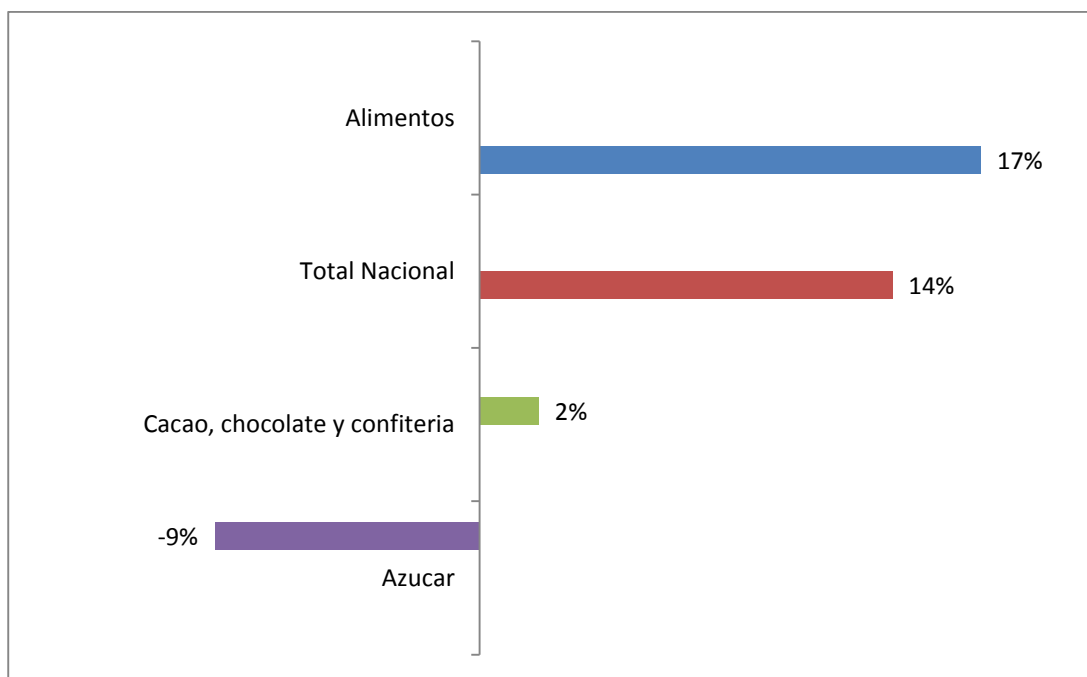
- **Precios del azúcar 2007**

La producción de alcohol se ha desarrollado con base en la sustitución de azúcar para exportación, sin afectar la oferta de azúcar para el mercado interno. Prueba de ello es que entre noviembre de 2005, mes en el que inició la producción de etanol y diciembre de 2007, el precio del azúcar en el mercado nacional se redujo 7%, de acuerdo con el índice de precios al productor reportado por el DANE.

La revaluación y la caída del precio internacional del azúcar, por cuenta del incremento de 70% en la producción de la India en 2007, afectaron los ingresos de exportación de azúcar en Colombia. Según cálculos de Asocaña, el año pasado se vendieron al exterior 716.000 toneladas de azúcar, es decir un 23% menos, frente a 2006. Por su parte, si bien las ventas en el mercado nacional crecieron 5,1%, la revaluación estimuló el crecimiento de las importaciones en 27,5% y ayudó, junto con el descenso del precio internacional, a una caída en el precio interno (-9%). [14]

Mientras que el índice nacional de precios al productor (IPP) en Colombia aumentó 14% entre 2003 y 2007 y el precio de los alimentos creció el 17%, el del azúcar se redujo 9% en el mismo período

Grafica 4. Variación de los precios al productor IPP (2007)



Fuente: DANE

Tabla 9. Precios del azúcar 2008

	Azúcar blanco (\$/50 kilos)	IPC Azúcar	IPP Azúcar
Ene-08	62.750	177,31	119,64
Feb-08	60.900	177,37	118,51
Mar-08	62.300	177,23	118,80
Abr-08	60.050	175,38	115,39
May-08	59.150	173,32	113,67
Jun-08	63.750	173,00	117,10
Jul-08	62.500	172,20	115,93
Ago-08	61.250	172,21	116,15
Sep-08	64.950	171,40	121,05
Oct-08	79.550	178,41	138,08
Nov-08	79.300	191,09	147,86

Fuente: Asocaña

4.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LAS EXPORTACIONES DE AZÚCAR EN EL PAÍS

Colombia es el cuarto productor de azúcar en Latinoamérica, después de Brasil, México y Cuba. Los principales destinos del azúcar colombiano son Perú, Chile, Haití, Cuba, Venezuela, Canadá, Jamaica, Trinidad y Tobago, México y Estados Unidos.

Con la entrada del etanol y la consecuente menor producción de azúcar, se pasó de tener 60% de la producción para exportar a tener poco menos de 40%.

La producción y exportación de azúcar en Colombia registraron fuertes reducciones en 2008 debido a las lluvias que afectaron los cultivos y una extensa huelga que paralizó las labores de ingenios en distintas partes del país.

La producción en 2008 fue de 2,03 millones de toneladas métricas, un descenso de 10,6% frente a la del año anterior de 2,2 millones de toneladas métricas.

El consumo total de azúcar en 2008 se redujo 2% frente a 2007. Los ingenios vendieron al mercado nacional 1.510.899 de toneladas, un descenso de 2,3% frente a 2007 cuando habían vendido 1.546.686.

Las exportaciones de azúcar fueron las más afectadas por el descenso en la producción, al pasar de 716 mil toneladas en 2007 a 478 mil toneladas en 2008, con lo cual registraron una disminución de 33%.

En cuanto a la fabricación de etanol, ésta también se vio afectada por el bloqueo, por lo que se redujo 6,1% en 2008 frente a 2007 (258 millones de litros y 275 millones respectivamente).

Tabla 10. Ventas y exportaciones 2008

Meses	Ventas		
	Total Interno (tmvc)	Exportaciones Totales (tmvc)	Alcohol miles de litros
Enero	109.352	41.875	24.842
Febrero	134.899	52.493	24.669
Marzo	126.625	39.436	23.574
Abril	148.020	64.487	25.570
Mayo	135.151	38.645	23.529
Junio	128.225	36.119	22.991
Julio	136.505	42.243	25.139
Agosto	134.763	32.151	21.869
Septiembre	136.504	49.424	13.083
Octubre	109.013	21.070	962
Noviembre	115.695	14.371	15.201
Diciembre	132.152	45.935	25.626
TOTAL	1.546.906	478.249	247.055

Fuente: Asocaña

Para 2009, la producción de azúcar sería de 2.442.000 toneladas, un crecimiento de 18% frente a 2008. El consumo nacional de azúcar se espera que crezca un 2% y que las exportaciones recuperen el nivel del pasado y lleguen a 800 mil toneladas de azúcar. [15]

4.3 EL PRECIO DE LA GASOLINA SE INCREMENTARA DEBIDO AL USO DE LA MEZCLA ETANOL-GASOLINA

- Precio de la biogasolina y el biodiesel en el año 2008**

En el año 2008 se continuó la política de desmonte gradual de los subsidios a la gasolina y al Acpm, teniendo como referencia los altos precios del petróleo y sus derivados en el mercado internacional, el precio promedio del petróleo para el mes de julio de ese año estuvo alrededor de los 135 dólares por barril.

Esta cifra, explicó el Ministerio, motiva un incremento de 125 pesos en la gasolina corriente y la biogasolina, y de 80 pesos en el Acpm, para el octavo mes del año.

De acuerdo con lo anterior, y teniendo como referencia un incremento en el precio del alcohol carburante para el presente mes, el cual tendrá un costo de 4 mil 760 pesos con 19 centavos por galón, para aquellas ciudades capitales en las cuales se distribuye la biogasolina corriente, como es el caso de Bogotá y su área de influencia, Cali, Pereira, Manizales, Armenia y Bucaramanga, entre otras, el precio se aumenta en 125 pesos por galón. [16]

Tabla 11. Precios alcohol carburante 2008

	Alcohol Carburante (\$/galón)
Ene-08	4.461,19
Feb-08	4.453,06
Mar-08	4.496,93
Abr-08	4.496,93
May-08	4.496,93
Jun-08	4.496,93
Jul-08	4.496,93
Ago-08	4.760,19
Sep-08	5.038,11
Oct-08	5.127,84
Nov-08	5.367,84

Fuente: Asocaña

- **Precio de la biogasolina y el biodiesel en el año 2009**

El Ministerio de Minas y Energía anuncia los precios de la gasolina corriente, biogasolina (Gasolina Oxigena), ACPM y mezclas del anterior con el biodiesel, que regirán a partir del primero de febrero de 2009.

Para este mes se ratifica el compromiso del Gobierno Nacional de mantener, a partir del funcionamiento del Fondo de Estabilización de Precios, estables los precios al consumidor final de la gasolina corriente, la biogasolina y el ACPM y no obstante el incremento anual de las tarifas de poliductos, el margen minorista y las tarifas de transporte del biodiesel, para lo cual ha realizado los ajustes respectivos en el ingreso al productor de dichos productos, de tal forma que se cumpla con dicha premisa, lo cual a su vez ha generado ligeras disminuciones en la zona norte del país y en el interior hasta de \$10 pesos por galón y aumentos de menos de \$ 1,5 pesos por galón en el sur del país.

En dicho sentido, es importante señalar que los precios internacionales del petróleo y en especial de los derivados han empezado a recuperarse, de tal forma que para el mes de enero estuvieron en promedio en 20 centavos de dólar más altos con respecto al mes de enero para el caso de la gasolina y de 10 centavos de dólar para el ACPM.

Ahora bien, dando continuidad al programa de biocombustibles en el país y en dicha línea tener unos combustibles de mejor calidad a un precio similar, durante el presente mes se continúa con la distribución de la mezcla del ACPM con el biodiesel en la Costa Atlántica, Santander y el Sur del Cesar.

Para las zonas que se relacionan a continuación y tomando solo como referencia los precios aplicables a la libertad regulada, se tendrían los siguientes precios para el respectivo mes: [17]

Tabla 12. Precios gasolina y ACPM febrero 2009

Zonas cercanas a:	Precios de Referencia (\$ / Gal)	
	Gasolina	ACPM
Bogotá	7.473,50	6.249,21
Cartagena	7.343,74	6.001,76
Barranquilla	7.372,54	6.043,97
Bucaramanga	7.331,92	6.080,57
Medellín	7.547,81	6.205,83
Cali	7.494,90	6.308,28
Pereira	7.447,82	6.242,64
Manizales	7.448,94	6.242,64
Armenia	7.507,82	6.302,64
Neiva	7.614,85	6.272,85

Fuente: Secretaria de prensa, Presidencia de la República

4.4 PRECIO DE LA GASOLINA, ACPM Y EL ETANOL EN EL AÑO 2009

- **Precio de la gasolina**

Hace un año, en enero de 2008, el galón de gasolina corriente costaba aproximadamente \$6.737. Hoy, ese mismo galón cuesta \$7.476, es decir, \$739 más.

Pese a la caída en el precio internacional del petróleo de US\$147 a US\$44 por barril en el mercado de Estados Unidos.

Esto podría significar una rebaja en el precio de la gasolina de hasta 700 pesos teniendo en cuenta que el valor del barril ha caído y el precio del dólar viene en aumento de 1.800 pesos a 2.243 pesos promedio.

En Colombia a pesar que todas las condiciones se dan para la rebaja del precio de la gasolina, el valor del galón de gasolina se mantendrá, al menos durante los próximos tres meses.

Esa fue la decisión del Gobierno, que advirtió, desde el Ministerio de Minas y Energía, que no habrá baja en el precio del combustible, pese a los descensos realizados por varios países en el mundo. [21]

En Colombia se produce la gasolina la cual se paga a US\$ 3.4 por galón mientras que en Estados Unidos ha bajado US\$1.8 por galón.

A Ecopetrol le cuesta \$3.980 pesos la producción de un galón de etanol pero debido a impuestos como el IVA, global y sobretasa y costos de transporte se le suman a este precio \$3.496 pesos más.

- **Precio del ACPM**

El gremio de transportadores de carga por carretera, calculó en más de \$2 billones los sobrecostos que tendría el sector durante 2009 debido al incremento en el precio del Acpm.

Según cálculos de Colfecar, durante 2008 el Acpm tuvo un incremento de 13.62%, muy superior al de la gasolina que lo hizo en 12.68%.

Se advierte que en la actualidad el diesel debería tener un precio público no superior a \$5.015.90 en contraste con los \$6.249.21 que hoy paga el usuario final.

Y se estima que dicha diferencia, de \$1.322.31 por galón, es decir del 24.6% adicional, se debe a que la autoridad está calculando el precio del combustible con un precio paridad de exportación de US\$70,72 el barril y una tasa representativa del mercado de \$2.336.73 por dólar.

Los transportadores advirtieron que el incremento en el valor de los combustibles ha traído unos costos adicionales para el sector de \$222 millones en los últimos dos meses.

Al tiempo, estimaron sobrecostos por \$2 billones para este año. [21]

- **Precio del etanol.**

A partir de agosto del año 2008 el precio del etanol se incrementó un 18%. En ese momento, cuando los costos de los combustibles mantenían la mayor escalada de su historia, debido a las fuertes alzas del petróleo, el galón de alcohol carburante pasó de \$4.500 a \$5.315.

El incremento se debió a un cambio en la fórmula que fijaba el precio del etanol y que fue dado a conocer el pasado 25 de julio, modificando la metodología previa oficializada mediante la Resolución 18 0222 del 27 de febrero de 2006.

El principal cambio de la nueva fórmula se dio en el componente denominado costo de oportunidad. Este indicador no es más que la cantidad de materia prima que se requiere para producir un quintal de azúcar.

En el primer mecanismo se señaló que la misma cantidad necesaria para fabricar ese quintal de azúcar se requería para producir 29,2 litros de etanol.

La fórmula dada a conocer en julio de este año indica que con la caña que se generaba un quintal de azúcar se fabrican 21 litros de etanol.

Esa diferencia de 8,2 litros permitió el incremento de \$815 en el costo del galón de alcohol carburante. La diferencia se presenta porque el anterior método no reconocía algunas pérdidas que se daban en el proceso de elaboración del combustible.

El alza en el precio del etanol coloca el barril en US\$96, mientras que en Brasil este mismo barril cuesta US\$47 puesto en planta.

Con el incremento del precio los ingenios se ven beneficiados con recursos que oscilan entre los \$65 mil millones y los \$70 mil millones adicionales al año, y que por esto se plantea realizarle un debate en el legislativo al Gobierno en marzo del próximo año. [22]

Se espera el resultado del análisis de la fórmula que realiza el Ministerio de Minas y Energía, pues los colombianos ya están advertidos que la caída en los precios del petróleo no se reflejará en lo que pagan por la gasolina, y esperan que vía etanol tengan algún alivio.

4.5 QUE ASPECTOS TÉCNICOS SE DEBEN TENER EN CUENTA EN LOS MOTORES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

- **Mezcla directa de etanol y gasolina**

En Colombia la mezcla de bioetanol implementada es la E10 que significa una mezcla del 10% de bioetanol y el 90% de gasolina normal. Esta mezcla es la más utilizada en ya que hasta esta proporción de mezcla los motores de los vehículos no requieren ninguna modificación y e incluso produce la elevación de un octano en la gasolina mejorando su resultado y obteniendo una notable reducción en la emisión de gases contaminantes.

Los motores de encendido pueden funcionar con mezclas de hasta el 25% de alcohol deshidratado sin que sean necesarias modificaciones en el motor. No obstante su rendimiento varía respecto al combustible convencional. Estas son algunas de las diferencias.

- Reducción de la potencia y el par motor (aproximadamente un 2% para mezclas al 15%)
- Aumento del consumo (4% para mezclas del 15%)
- Aumento de la corrosión de las partes metálicas y componentes de caucho.

Sin embargo, si se ajusta el motor aumentando la relación de compresión, y adaptando la carburación a la nueva relación estequiometrica, se consigue una mayor potencia para el motor (9% con una mezcla del 20% de alcohol), mejora el rendimiento térmico y reduce el consumo (7% con respecto a lo que se obtendría solo con gasolina) y una combustión más perfecta, con menor

índice de carbonización y emisión de gases contaminantes (reducción de CO y HC a medida que aumenta el porcentaje de alcohol en la mezcla).

Brasil es el país que más ha experimentado con la mezcla de alcohol y gasolina, aumentado su proporción hasta un valor del 25%, a partir del año 2002. Otros países que utilizan estas mezclas son Nicaragua, EEUU, Colombia, Argentina, Australia e India. [18]

- **Mezcla Directa biodiesel y ACPM**

El biodiesel es un carburante limpio, ya que cuenta con componentes de origen vegetal y no emplea ningún derivado del azufre. Comparado con el gasóleo produce un 30% menos de emisión de CO₂ y un 40% menos de emisión de humos.

El biodiesel puede ser utilizado puro o mezclado con combustible diesel fósil, es biodegradable y no toxico. [19]

Este nuevo combustible no necesita ninguna modificación técnica para su uso en motores convencionales (D, TDi, HDi, D4-D...), siempre que se venda mezclado con gasoil, lo que lo convierte en apto para cualquier mecánica Diesel. Según la legislación vigente, el contenido mínimo de 'Éster Metílico' debe ser de un 5% para ser calificado de biodiesel.

El biodiesel mejora el rendimiento y alarga la vida del motor y de sus componentes en contacto con el combustible, debido a su alto poder lubricante: reduce la fricción, el desgaste y el ruido y mejora en la combustión al optimizar la potencia de la mecánica. [19]

4.6 MEZCLA E12 Y E20, ASPECTOS TÉCNICOS EN LOS MOTORES

E12 y E20 significa una mezcla 12% etanol, 88% gasolina y 20% etanol, 80% gasolina respectivamente.

Estas mezclas no son las más utilizadas debido a que es probable que los motores necesiten modificaciones para ser adaptados a ellas.

Para utilizar estas mezclas es necesario ajustar el motor aumentando la relación de compresión, y adaptando la carburación a la nueva relación estequiométrica, se consigue una mayor potencia para el motor (9% con una mezcla del 20% de alcohol), mejora el rendimiento térmico y reduce el consumo (7% con respecto a lo que se obtendría solo con gasolina) y una combustión más perfecta, con menor índice de carbonización y emisión de gases contaminantes (reducción de CO y HC a medida que aumenta el porcentaje de alcohol en la mezcla). [18]

En Colombia la mezcla actual es de 90% gasolina y 10% etanol, sin embargo, en busca de una mayor impacto benéfico a nivel económico y ambiental, se ha planteado la política nacional de alcoholes carburantes a partir de la ley 693 de 2001; esta medida es respaldada por el decreto 2629 del 10 de julio de 2007; que dictamina que los motores que conformen el parque automotor colombiano, tengan la capacidad para operar eficientemente con una mezcla E20, es decir, etanol al 20% mezclado con gasolina al 80%. La implementación del decreto se tiene fijada para enero de 2012.

Como todo cambios, este incremento de la mezcla posiblemente tenga beneficios y desventajas para los usuarios y fabricantes de vehículos, e incluso,

repercusiones para todo el país en cuanto a economía y medio ambiente, es por eso que para determinarlas estudiantes de Ingeniería Mecánica de la Universidad Tecnológica de Pereira ha venido desarrollando el "Protocolo E20", una metodología de prueba dinámica, diseñadas para la determinación del impacto producido por el uso del E20 en los vehículos carburados e inyectados que circulan actualmente en el país.

La Universidad Tecnológica Recientemente comenzó a funcionar el Laboratorio de Pruebas Dinámicas Automotrices enmarcado dentro del Protocolo E20, un proyecto que prueba el impacto automotor con mezclas del 20% de biocombustibles en la gasolina, en conjunto con el Protocolo E12 – 15. [20]

CONCLUSIONES

- Colombia actualmente produce 1.050.000 litros diarios de etanol, con 5 plantas en funcionamiento en diferentes ingenios del país.
- Colombia actualmente cuenta con una mezcla E10 para la biogasolina y con una mezcla B5 para el biodiesel.
- Colombia cuenta con 5 plantas de biodiesel en funcionamiento y con 4 proyectos de plantas por definir su fecha de entrada.
- El cultivo mas común, utilizado para elaborar alcohol carburante, etanol, en Colombia es la Caña de Azúcar con un rendimiento de 8.400 l/Ha
- El cultivo mas común, utilizado para elaborar biodiesel en Colombia es la Palma Aceitera con un rendimiento de 5.550 l/Ha
- Las proyecciones de producción de Alcohol Carburante en Colombia para el año 2010, 2015 y 2020 respectivamente son: de 2.835.663, 3.110.663 y 3.798.163 Litros/día.
- La proyección de aceite destinado a biodiesel para el año 2010 con una mezcla al 10% es de 365.593 l/día y para el año 2015 con una mezcla al 15% es de 731.187 l/día.
- Es necesario implementar métodos en la siembra y cultivo de la materia prima para la elaboración de biocombustibles que cumplan con normas ambientales y que impacten de la menor forma los recursos implicados en el proceso.

- El uso de biocombustibles reducirá la dependencia de combustibles fósiles, los cuales son causantes de gran parte de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Cada cultivo utilizado para la fabricación de biocombustibles debe contar con sistemas de monitoreo ambiental, que prevenga controle y mitigue los posibles impactos ambientales que se presenten en los recursos naturales como aire, agua y suelo.
- Los biocombustibles generan impactos favorables al medio como la disminución de gases de efecto invernadero, el monóxido y el dióxido de carbono que contribuyen con la contaminación del aire y el detrimento de la capa de ozono causantes del cambio climático.
- Los biocombustibles en Colombia generan impactos sociales y económicos positivos como son la creación de empleo y la apertura a las exportaciones e importaciones para el país.
- El ingenio Risaralda cuenta con una capacidad de producir 100.000 l/día de alcohol carburante y una producción de 13.096 toneladas de azúcar por hectárea.
- En el 2008, la producción azucarera del país, entre enero y diciembre, descendió en 10,6 por ciento, al totalizar 2,036 millones de toneladas de azúcar crudo, frente a las 2,277 millones reportadas en el 2007.
- En cuanto a la fabricación de etanol, ésta también se redujo 6,1 por ciento y totalizó 258 millones de litros en 2008, frente a los 275 millones del 2007.

- Las exportaciones de azúcar fueron las más afectadas por el descenso en la producción, al pasar de 716 mil toneladas en 2007 a 478 mil toneladas en 2008, con lo cual registraron una disminución de 33%.
- Con la entrada del etanol y la consecuente menor producción de azúcar, se pasó de tener 60% de la producción para exportar a tener poco menos de 40%.
- En el año 2007 el precio del azúcar se redujo un 9% debido a la revaluación y a la sobreoferta de azúcar por parte de India.
- En el año 2008 el precio del azúcar se incremento debido a la disminución de la producción por factores climáticos y a la crisis azucarera por parte de los corteros.
- Para 2009, la producción de azúcar sería de 2.442.000 toneladas, un crecimiento de 18% frente a 2008. El consumo nacional de azúcar se espera que crezca un 2% y que las exportaciones recuperen el nivel del pasado y lleguen a 800 mil toneladas de azúcar.
- El precio de la gasolina se incremento en el año 2008 debido al aumento del precio internacional del petróleo, el cual a mediados del año alcanzo los 135 dólares.
- El alza en el precio del petróleo motivo un incremento de 125 pesos en la gasolina corriente y la biogasolina, y de 80 pesos en el Acpm, para el octavo mes del año 2008.
- El precio del alcohol carburante aumento en el año 2008 a 4.790 pesos en las ciudades capitales donde se distribuye la biogasolina.
- El precio de la biogasolina en el primer trimestre del año 2009 va estar estable debido a la estabilización de los precios del petróleo.

- El precio de la biogasolina en el primer trimestre del año 2009 estará en un precio promedio de 7.800 pesos y el precio del biodiesel para el mismo periodo estará en un precio promedio de 6.300 pesos.
- En enero de 2008, el galón de gasolina corriente costaba aproximadamente \$6.737. Hoy, ese mismo galón cuesta \$7.476, es decir, \$739 más.
- El precio internacional del petróleo de US\$147 a US\$44 por barril en el mercado de Estados Unidos, lo que debería repercutir en la disminución del precio de la gasolina en el país.
- El galón de alcohol carburante pasó de \$4.500 a \$5.315. Esta alza coloca el barril en US\$96, mientras que en Brasil este mismo barril cuesta US\$47 puesto en planta
- Para la mezcla E10 utilizada en Colombia, los motores de los vehículos no requieren ninguna modificación y e incluso esta mezcla produce la elevación de un octano en la gasolina mejorando su resultado y obteniendo una notable reducción en la emisión de gases contaminantes.
- El biodiesel Comparado con el gasóleo produce un 30% menos de emisión de CO2 y un 40% menos de emisión de humos.
- Para el usado del biodiesel no se necesita ninguna modificación técnica para su uso en motores convencionales, siempre que se venda mezclado con gasoil, lo que lo convierte en apto para cualquier mecánica Diesel.

- El biodiesel mejora el rendimiento y alarga la vida del motor y de sus componentes en contacto con el combustible, debido a su alto poder lubricante: reduce la fricción, el desgaste y el ruido y mejora en la combustión al optimizar la potencia de la mecánica.

BIBLIOGRAFIA

- [1]** LA GENERACIÓN DEL SOL. Lo informativo, A fondo. Los biocombustibles. [Pagina Web]. Madrid, 2008, 2 p trabajo de grado (Ingeniera ambiental). Universidad Libre Pereira. Facultad de ingeniería. Ingeniería ambiental.
- [2]** COMITÉ DE SEGURIDAD ALIMENTARIA MUNDIAL. Biocombustibles. [Pagina Web]. México D.F, 2008, 4 P trabajo de grado (Ingeniera ambiental). Universidad Libre Pereira. Facultad de ingeniería. Ingeniería ambiental.
- [3]** MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Biocombustibles en Colombia. [Pagina Web]. Santa fe de Bogotá, 2007, 13 p trabajo de grado (Ingeniera ambiental). Universidad Libre Pereira. Facultad de ingeniería. Ingeniería ambiental.
- [4]** MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Biocombustibles en Colombia. [Pagina Web]. Santa fe de Bogotá, 2007, 12 p trabajo de grado (Ingeniera ambiental). Universidad Libre Pereira. Facultad de ingeniería. Ingeniería ambiental.
- [5]** ARIAS, Andrés Felipe. Estrategia de desarrollo de biocombustibles: implicaciones para el sector agropecuario. [Documento en PDF]. Santa fe de Bogotá, 2006, 16 p trabajo de grado (Ingeniera ambiental). Universidad Libre Pereira. Facultad de ingeniería. Ingeniería ambiental.
- [6]** BIBLIOTECA LUIS ANGEL ARANGO. Impacto Ambiental. [Pagina Web]. Santa fe de Bogotá, 2005, 1 p trabajo de grado (Ingeniera ambiental). Universidad Libre Pereira. Facultad de ingeniería. Ingeniería ambiental.
- [7]** CIENCIAS DE LA TIERRA Y DEL MEDIO AMBIENTE. Evaluación de Impacto Ambiental. [Pagina Web]. Santa fe de Bogotá, 2004, 1 p trabajo de grado

(Ingeniera ambiental). Universidad Libre Pereira. Facultad de ingeniería. Ingeniería ambiental.

[8] SAENZ, Manuela. Lista de Chequeo. [Documento en PDF]. Quito, 2001, 16 p trabajo de grado (Ingeniera ambiental). Universidad Libre Pereira. Facultad de ingeniería. Ingeniería ambiental.

[9] FEDEPALMA. Palma de Aceite. [Pagina Web]. Santa fe de Bogotá, 2008, 1 p trabajo de grado (Ingeniera ambiental). Universidad Libre Pereira. Facultad de ingeniería. Ingeniería ambiental.

[10] PERAFAN, Felipe. Azúcar de Caña. [Pagina Web]. Santiago de Cali, 2005, 2 p trabajo de grado (Ingeniera ambiental). Universidad Libre Pereira. Facultad de ingeniería. Ingeniería ambiental.

[11] FAO y CEPAL. Bioetanol de Caña de Azúcar una Energía para el desarrollo sostenible. [Documento en PDF]. Santa fe de Bogotá, 2008, 32 p trabajo de grado (Ingeniera ambiental). Universidad Libre Pereira. Facultad de ingeniería. Ingeniería ambiental.

[12] CLAYUCA. Como asociaciones de agricultores pueden producir bioetanol y tener acceso a mercados ilimitados mercados ilimitados. [Documento en PDF]. Palmira, 2007, 27 p trabajo de grado (Ingeniera ambiental). Universidad Libre Pereira. Facultad de ingeniería. Ingeniería ambiental.

[13] INGENIO RISARALDA. Nuestra Empresa. Área de Influencia. [Pagina Web]. Pereira, 2008, 1 p trabajo de grado (Ingeniera ambiental). Universidad Libre Pereira. Facultad de ingeniería. Ingeniería ambiental.

[14] ASOCAÑA. Informe Anual 2007-2008. [Documento en PDF]. Santa fe de Bogotá, 2008, 76 p trabajo de grado (Ingeniera ambiental). Universidad Libre Pereira. Facultad de ingeniería. Ingeniería ambiental.

[15] ASOCAÑA. Comunicado departamento económico. [Pagina Web]. Santa fe de Bogotá, 2009, 1 p trabajo de grado (Ingeniera ambiental). Universidad Libre Pereira. Facultad de ingeniería. Ingeniería ambiental.

[16] SECRETARIA DE PRENSA, Presidencia de la República. Comunicado precios de gasolina 2008. [Pagina Web]. Santa fe de Bogotá, 2009, 1 p trabajo de grado (Ingeniera ambiental). Universidad Libre Pereira. Facultad de ingeniería. Ingeniería ambiental.

[17] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Comunicado Precios de biogasolina y biodiesel 2009. [Pagina Web]. Santa fe de Bogotá, 2009, 1 p trabajo de grado (Ingeniera ambiental). Universidad Libre Pereira. Facultad de ingeniería. Ingeniería ambiental.

[18] MILIARIUM AUREUM, S.L. Aplicaciones del bioetanol. [Pagina Web]. Madrid, 2004, 1 p trabajo de grado (Ingeniera ambiental). Universidad Libre Pereira. Facultad de ingeniería. Ingeniería ambiental.

[19] MAREGIL, Barbará. Un combustible más limpio. [Documento en PDF]. Madrid, 2004, 1p trabajo de grado (Ingeniera ambiental). Universidad Libre Pereira. Facultad de ingeniería. Ingeniería ambiental.

[20] UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE PEREIRA. Protocolo E20. [Documento en PDF]. Pereira, 2008, 1p trabajo de grado (Ingeniera ambiental). Universidad Libre Pereira. Facultad de ingeniería. Ingeniería ambiental.

[21] CARDENAS, Juan Manuel. Colombia puede tener gasolina mas barata. [Pagina Web]. Santa fe de Bogotá, 2009, 1 p trabajo de grado (Ingeniera ambiental). Universidad Libre Pereira. Facultad de ingeniería. Ingeniería ambiental.

[22] CHACON, Jairo. Controversia precio del etanol. [Pagina Web]. Santa fe de Bogotá, 2009, 2 p trabajo de grado (Ingeniera ambiental). Universidad Libre Pereira. Facultad de ingeniería. Ingeniería ambiental.